

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09075491  
PUBLICATION DATE : 25-03-97

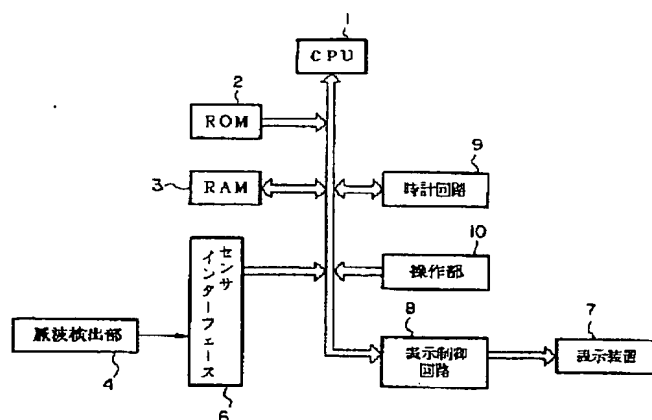
APPLICATION DATE : 13-09-95  
APPLICATION NUMBER : 07235812

APPLICANT : SEIKO INSTR INC;

INVENTOR : NAKAMURA CHIAKI;

INT.CL. : A63B 69/00 A61B 5/0245 A63B 22/06  
A63B 24/00

TITLE : TRAINING SUPPORT DEVICE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To previously prevent overstraining to the runner who is carrying out circumferential speed increasing type training by providing a hint for carrying out optimum training to the runner, and also by monitoring the relationship between the number of pulse waves for each circumference and the running speed, so that warning can be given when the physical conditions of the runner deviate from those of normal conditions.

**SOLUTION:** The pulse waveforms of a runner are measured by a pulse wave detector 4, and are converted into digital signals by a sensor interface 6. The runner depresses the lap button inside an operation part 10 for each time of circumference, and the running speed is increased as the times of circumference is increased. A CPU 1 obtains the maximum pulse number for each circumference and the required time from the outputs of the sensor interface 6 and the operation part 10, and the measured points are plotted on a display unit 7. Further, a most suitable line satisfying these measured points is determined by means of the method of least squares, and a variation point HRtp is detected from the deviation between the straight line and the measured points for each circumference, and this is displayed on the display unit 7.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-75491

(43) 公開日 平成9年(1997)3月25日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 3 B 69/00			A 6 3 B 69/00	C
A 6 1 B 5/0245			22/06	J
A 6 3 B 22/06			24/00	
24/00			A 6 1 B 5/02	3 2 0 P

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

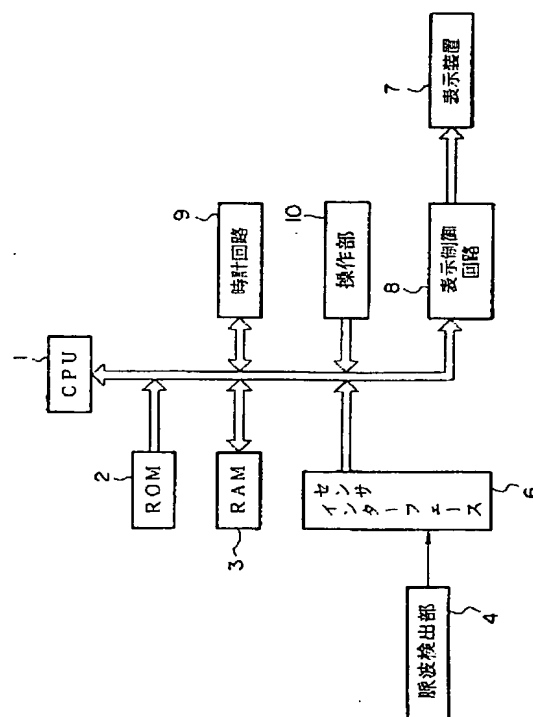
(21) 出願番号	特願平7-235812	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成7年(1995)9月13日	(71) 出願人	000002325 セイコー電子工業株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
		(72) 発明者	天野 和彦 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	中村 千秋 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコー電子工業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 志賀 正武 (外2名)

(54) 【発明の名称】 トレーニング支援装置

(57) 【要約】

【課題】 周回速度上昇式のトレーニングを行うランナーに対して、最適なトレーニングのための指針を提供する。また、周回毎の脈拍数と走行速度の関係を監視して、ランナーの体調が平常時から逸脱した場合に、注意を促してオーバートレーニングを未然に防止する。

【解決手段】 ランナーの脈波波形を脈波検出部4で計測し、センサインターフェース6でデジタル信号へ変換する。ランナーは周回毎に操作部10内のラップボタンを押下すると共に、周回を重ねるにつれて走行速度を上げてゆく。CPU1は、センサインターフェース6と操作部10の出力から、周回毎に最大脈拍数と所要時間を求め、測定点を表示装置7上にプロットする。また、最小2乗法を用いて、これらの測定点に最も適合する直線を決定し、該直線と各周回の測定点との偏差から変異点HRtpを検出し、表示装置7へ表示する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 周回速度上昇式のトレーニングを行う携帯者へ助言を与えるトレーニング支援装置であって、前記携帯者の脈波を検出し、該脈波の波形から脈拍数を算出する脈拍数算出手段と、前記携帯者が周回毎に行う周回指示を読み取る入力手段と、

時刻を計時する計時手段と、

前記脈拍数を取り込んで各周回における脈拍数を決定すると共に、前記周回指示があった場合に、前記計時手段から時刻を読み取って、前記携帯者の周回ラップを周回毎に算出する算出手段と、

前記周回毎に算出された前記脈拍数と前記周回ラップの関係を前記携帯者へ告知する告知手段とを具備してなるトレーニング支援装置。

【請求項2】 周回毎に算出された前記脈拍数と前記周回ラップを記憶する記憶手段と、

各周回の終了時点で、当該周回の直前の周回までの前記脈拍数と前記周回ラップをもとに、当該周回における前記脈拍数と前記周回ラップの予測値を算出し、該予測値と当該周回における前記脈拍数と前記周回ラップの測定値との偏差を求める制御手段とを有し、

前記告知手段は、前記偏差が所定値を越えた場合に、当該周回の直前の周回における前記脈拍数と前記周回ラップを変異点として前記携帯者へ告知することを特徴とする請求項1記載のトレーニング支援装置。

【請求項3】 前記制御手段は、当該周回の直前の周回までの前記脈拍数と前記周回ラップに最小2乗法を適用することで、当該周回における前記脈拍数と前記周回ラップの予測値を算出することを特徴とする請求項2記載のトレーニング支援装置。

【請求項4】 前記変異点の目標値を設定する目標設定手段と、前記変異点の目標値と変異点の実測値を比較する比較手段とを有し、

前記告知手段は、前記目標値と前記実測値の差が所定値を越えている場合に、前記携帯者へ警告を行うことを特徴とする請求項1記載のトレーニング支援装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、周回速度上昇式のトレーニングを行うランナーへ適切なアドバイスを行うトレーニング支援装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から行われているトレーニング方法は、いわゆる「物理学的運動強度」を基礎としている。これは、例えば、所定の距離を予め決められた時間内に走行することを目標とするようなトレーニング方法である。このトレーニング方法は、一周の距離が決まっていれば、なおかつ、平坦な路面を持つ運動場のトラック内で実施する場合には有効であると言える。しかし、一般の

道路や起伏のある山道などを利用する場合、上述したような運動強度だけに基づいてトレーニングを行うと、気温や湿度と言った周囲の環境、ランナー自身のその日の体調などによって、オーバートレーニングとなってしまう恐れがある。

【0003】このような問題の改善策として、近年は「生理学的運動強度」を基礎にしたトレーニングが注目されている。これは、運動強度を脈拍数などから把握することによりトレーニング量を調整しようというものである。脈拍数は体調や周囲の環境の変化に敏感に反応することから、このような方法を採用することで、無理のないトレーニングが可能となる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来は、ランナーが生理学的運動強度に基づくトレーニングを実施する場合に、どの程度の脈拍数でトレーニングすれば最善であるかを客観的に示す手段が存在しなかった。また、ランナーの体調が優れない場合には、普段と同じトレーニングを実施するとオーバートレーニングに陥りやすい。しかし、ランナーは、自身の体調を必ずしも的確に認識しているとは限らず、自己の感覚にだけ頼って過重なトレーニングを課してしまうことになる。

【0005】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、その目的は、周回速度上昇式のトレーニングを行うランナーに対して、最適なトレーニングを実施するための指針を提供することにある。また、本発明の別の目的は、周回毎の脈拍数と周回ラップの関係を監視して、ランナーの体調が平常時の状態から逸脱した場合に、注意を促してオーバートレーニングを未然に防止することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するために、請求項1記載の発明は、周回速度上昇式のトレーニングを行う携帯者へ助言を与えるトレーニング支援装置であって、前記携帯者の脈波を検出し、該脈波の波形から脈拍数を算出する脈拍数算出手段と、前記携帯者が周回毎に行う周回指示を読み取る入力手段と、時刻を計時する計時手段と、前記脈拍数を取り込んで各周回における脈拍数を決定すると共に、前記周回指示があった場合に、前記計時手段から時刻を読み取って、前記携帯者の周回ラップを周回毎に算出する算出手段と、前記周回毎に算出された前記脈拍数と前記周回ラップの関係を前記携帯者へ告知する告知手段とから構成したものである。

【0007】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、周回毎に算出された前記脈拍数と前記周回ラップを記憶する記憶手段と、各周回の終了時点で、当該周回の直前の周回までの前記脈拍数と前記周回ラップをもとに、当該周回における前記脈拍数と前記周回ラップの予測値を算出し、該予測値と当該周回におけ

る前記脈拍数と前記周回ラップの測定値との偏差を求める制御手段とを有し、前記告知手段は、前記偏差が所定値を越えた場合に、当該周回の直前の周回における前記脈拍数と前記周回ラップを変異点として前記携帯者へ告知することを特徴としている。

【0008】また、請求項3記載の発明は、請求項2記載の発明において、前記制御手段は、当該周回の直前の周回までの前記脈拍数と前記周回ラップに最小2乗法を適用することで、当該周回における前記脈拍数と前記周回ラップの予測値を算出することを特徴としている。また、請求項4記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記変異点の目標値を設定する目標設定手段と、前記変異点の目標値と変異点の実測値を比較する比較手段とを有し、前記告知手段は、前記目標値と前記実測値の差が所定値を越えている場合に、前記携帯者へ警告を行うことを特徴としている。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施形態について説明する。まず初めに、本実施形態において、ランナーの状態の把握に利用している脈拍数と周回ラップの関係について概説する。図2に、ランナーの脈拍数と周回ラップの関係の一例を示す。同図において、縦軸はランナーの心拍数（≡脈拍数）である。また、横軸は、ランナーの走行速度そのものではなく、ランナーの周回ラップであり、1キロメートル走行時の所要時間を採用している。なお、これらの何れの量で表現しても同図に示す関係が得られる。また、同図において、グラフ(a)はジョギング程度のトレーニングをしているジョガーが持つ特性であり、グラフ(b)は競技大会への出場を目標にトレーニングをしているレーサーが持つ特性である。このように、周回ラップと脈拍数は、ランナーの年齢や体力などによって異なる関係を示す。

【0010】一方、この図に示すように、周回ラップが所定値以下であれば、心拍数は周回ラップに比例して増加してゆく。ところが、周回ラップが所定値を越えると、周回ラップの増加に対する心拍数の増加の割合が鈍化してゆき、（図示を省略しているが）遂には飽和してしまう。ここで、脈拍数と周回ラップが比例関係から逸脱し始める変異点を、一般にHRtp (Heart Rate turn point)と呼んでいる。また、同図のグラフが飽和した時点の脈拍数を、最大脈拍数と呼んでいる。

【0011】変異点HRtpは、同一のランナーを対象として測定したとしても、測定を実施した日によって変動する。このような変動は、たとえば、ランナーのその日の体調に起因して発生するものである。ランナーの体調が悪ければ変異点HRtpは下降する。つまり、普段と比べて周回ラップと脈拍数が共に低い値で、変異点HRtpが現れる。これとは逆に、体調が良ければ変異点HRtpは上昇し、通常よりも高い周回ラップ及び脈拍

数となるまで変異点HRtpが現れない。また、変異点HRtpは、負担の大きなトレーニングを積むことで上昇させることが可能である。

【0012】なお、この変異点HRtpは無酸素的作業閾値 (Anaerobic Threshold、いわゆるAT値)よりも若干高くなるが、ほぼAT値に等しくなることが知られている。このAT値（従って、変異点HRtp）は、次に示すように、トレーニングの指標として極めて重要なものである。

【0013】人体のエネルギー合成システムは、酸素を使用しない無氣的代謝と、酸素を必要とする有氣的代謝に大別される。このうち、前者の無氣的代謝においては、乳酸を生じる乳酸系が大半を占める。また、ランナーの心拍数が上がるにつれて、エネルギー合成は有氣的代謝から無氣的代謝へ移行するが、周知のように、無氣的代謝は乳酸を発生させるために、ランナーの疲労を招来する。そこで、上述した周回トレーニングなど、長時間に亘る持続的なトレーニングを行う場合には、AT値よりも下でトレーニングを行うことが効果的である。さらに、最大心拍数の70%～AT値の範囲内でトレーニングを行うことで、AT値自体を押し上げる効果のあることが知られている。このように、変異点HRtpを知ることが、効果的なトレーニングを実施する上で極めて有用である。

【0014】次に、本実施形態によるトレーニング支援装置の構成を説明する。図1は、同装置の構成を示すブロック図である。同図において、CPU（中央処理装置）1はトレーニング支援装置内の各回路を制御する中枢部であって、その機能に関しては、後述する動作の項にて説明する。ROM（リードオンリーメモリ）2には、CPU1が実行する制御プログラムや各種の制御データ等が格納されている。

【0015】RAM（ランダムアクセスメモリ）3は、CPU1が演算を行う際の作業領域として使われるほか、次に述べる脈波検出部4の計測値や、CPU1が行う様々な演算の演算結果などが格納される。さらに、後述するように、RAM3には所定期間にわたる変異点HRtpの測定値が格納されることから、RAM3の構成は不揮発性メモリとすることが望ましい。

【0016】脈波検出部4は、ランナーの脈波波形を検出するためのセンサであって、例えば、ランナーの手に装着された光学式の指先脈波センサや、腕時計のバンドに装着された橈骨動脈脈波の検出センサである。あるいは、脈波検出部4が心拍数を直接検出するように構成してもよく、例えば、既存の心拍計で構成しても良い。

【0017】センサインターフェース6は、脈波検出部4の出力を所定の間隔で取り込み、取り込んだアナログ信号をデジタル信号へ変換して出力する。表示装置7はランナーに対して各種のメッセージを提示し、グラフ表

示などを行うための装置であって、例えば、腕時計に設けられた液晶表示装置である。

【0018】表示制御回路8は、CPU1から表示情報を受け取って、該表示情報を表示装置7が使用するフォーマットへ変換して表示装置7上に表示する。時計回路9は、通常の計時機能のほか、CPU1が予め設定した時刻に達した時点或いはCPU1が予め設定した時間が経過した時点で、CPU1へ割り込み信号を送出する機能を有している。

【0019】操作部10は、ランナーが装置へ様々な値を設定するための入力手段である。この操作部10には、本装置の機能を有効化／無効化するためのスタート・ストップボタン、ランナーが所定のコースを一周する毎に押下するラップボタン、変異点HRtpの目標値など種々の値を設定するための設定ボタン（何れも図示略）などが設けられており、これらボタンの状態や各種の設定値を出力する。

【0020】本装置は、通常、ランナーが携帯機器として装着して使用するが、その一例として、図3のように腕時計と組み合わせる態様が挙げられる。この図に示すように、本態様におけるトレーニング支援装置は、腕時計構造を有する装置本体100、この装置本体100に接続されたケーブル101、このケーブル101の先端側に設けられたセンサユニット102から構成されている。また、装置本体100には、腕時計の12時方向からランナーの腕に巻き付いて、腕時計の6時方向で固定されるリストバンド103が取り付けられている。そして、装置本体100は、このリストバンド103によってランナーの腕から着脱自在となっている。

【0021】また、センサユニット102は、センサ固定用バンド104によって遮光されており、ランナーの人指し指の根元～第2指関節の間に装着されている。センサユニット102をこのように指の根元に装着すると、ケーブル101が短くて済む上、ランニング中においてもケーブル101がランナーの邪魔にならない。また、掌から指先までの体温の分布を計測してみると、周囲の温度が低い場合に、指先の温度は著しく低下するのに対して、指の根元の温度は比較的低下しないことが知られている。従って、指の根元にセンサユニット102を装着すれば、寒い日に屋外でランニングした場合であっても、脈拍数などを正確に計測することができる。

【0022】一方、腕時計の6時の方向の表面側には、コネクタ部105が設けられている。このコネクタ部105には、ケーブル101の端部に設けられたコネクタピース106が着脱自在に取り付けられており、コネクタピース106をコネクタ部105から外すことにより、本装置を通常の腕時計やストップウォッチとして用いることができる。なお、コネクタ部105を保護する目的から、ケーブル101とセンサユニット102をコネクタ部105から外した状態では、所定のコネクタカ

バーを装着する。このコネクタカバーは、コネクタピース106と同様に構成された部品から電極部などを除いたものが用いられる。

【0023】このように構成されたコネクタ構造によれば、コネクタ部105が利用者から見て手前側に配置されることとなり、ランナーにしてみれば操作が簡単になる。また、コネクタ部105が、装置本体100から腕時計の3時の方向に張り出さないために、ランニング中にランナーが手首を自由に動かすことができ、ランナーがランニング中に転んだとしても、手の甲がコネクタ部105にぶつからない。

【0024】なお、図3におけるその他の部品については、図4を参照して、以下に詳細に説明することとする。図4は、本態様における装置本体100の詳細を、ケーブル101やリストバンド103を外した状態で示したものである。ここで、同図において、図3と同一の部品には同一の符号を付してあり、ここではその説明を省略する。

【0025】この図において、装置本体100は樹脂製の時計ケース107を具備している。時計ケース107の表面には、現在時刻や日付に加えて、脈拍数などの脈波情報をデジタル表示するための液晶表示装置108が設けられている。この液晶表示装置108は、表示面の左上側に位置する第1のセグメント表示領域108-1、右上側に位置する第2のセグメント領域108-2、右下側に位置する第3のセグメント領域108-3、左下側に位置するドット表示領域108-Dから構成されている。

【0026】ここで、第1のセグメント領域108-1には、日付、曜日、現在時刻などが表示される。また、第2のセグメント領域108-2には、各種の時間測定を実施するにあたって経過時間などが表示される。また、第3のセグメント領域108-3には、脈波の測定において計測された脈拍数、変異点HRtpの目標値／実測値などが表示される。さらに、ドット表示領域108-Dには各種の情報をグラフィック表示することが可能であって、ある時点において本装置がどのようなモードにあるかを表わすモード表示、周回ラップと脈拍数との関係を表わすグラフ、脈拍数の時間的変化の棒グラフ表示などの様々な表示が可能である。なお、上記のモードには、トレーニング支援装置として使用する本来のモードのほかに、時刻や日付を設定するためのモード、ストップウォッチとして使用するためのモード、変異点HRtpを設定するためのモードなどがある。

【0027】一方、時計ケース107の内部には、脈拍数の変化などを液晶表示装置108で表示するための信号処理等を行う制御部109が内蔵されている。この制御部109は、計時を行うための時計回路を含んでおり、液晶表示装置108には、通常の時刻表示のほかに、ストップウォッチとして動作するモードにおいてはラップタイム、スプリットタイムなどの表示もなされ

る。

【0028】他方、時計ケース107の外周部と表面部には、ボタンスイッチ111～117が設けられている。腕時計の2時の方向にあるボタンスイッチ111を押すと、当該ボタンの押下時点から1時間を経過した時にアラーム音が発生する。また、腕時計の4時の方向にあるボタンスイッチ112は、本装置が有する各種モードの切り換えを指示するためのものである。

【0029】腕時計の11時方向にあるボタンスイッチ113を押すと、液晶表示装置108のEL(Electro Luminescence)バックライトが例えば3秒間点灯して、しかる後に、自動的に消灯する。また、腕時計の8時方向にあるボタンスイッチ114は、ドット表示領域108-Dに表示すべきグラフィック表示の種類を切り換えるためのものである。また、腕時計の7時方向にあるボタンスイッチ115を押すことによって、時刻、日付、変異点HRtpの目標値などを修正するモードにおいて、時分秒、年月日、12/24時間表示切り換え、変異点HRtpの目標値の何れを設定するのかを切り換えることができる。

【0030】液晶表示装置108の下側に位置するボタンスイッチ116は、上記の時刻、日付、変異点HRtpの目標値を修正するにあたって設定値を1ずつ繰り下げるのに使用される。また、このボタンスイッチ116は、トレーニングを実施中においては、ランナーが各周回の開始点を通過したことをCPU1へ教示するためのスイッチとしても使用される。

【0031】また、液晶表示装置108の上側に位置するボタンスイッチ117は、トレーニング支援装置としての動作を開始/停止する指示を行うために使用される。また、このボタンスイッチ117は、上記の時刻、日付、変異点HRtpの目標値の修正モードにおいて設定値を1ずつ繰り上げるのに使用されるほか、各種の経過時間測定の開始/停止の指示を行うためにも使用される。また、本装置の電源として用意されているのは、時計ケース107に内蔵されたボタン形の電池118であって、図3に示すケーブル101は電池118からセンサユニット102に電力を供給し、センサユニット102の検出結果を制御部109に送出する役割を果たしている。

【0032】また、本装置においては、装置が備える機能を増やすに伴って、装置本体100を大型化する必要が生じてくる。しかし、装置本体100は腕に装着されるという制約があるために、装置本体100を腕時計の6時の方向や12時の方向には拡大することができない。そこで、本態様においては、腕時計の3時の方向及び9時の方向における長さ寸法が、6時の方向及び12時の方向における長さ寸法よりも長い横長の時計ケース107を用いることとしている。

【0033】また、本態様では、リストバンド103を

3時の方向側に偏った位置で時計ケース107に接続している。また、リストバンド103から見た場合に、腕時計の9時の方向に大きな張り出し部分119を有するが、かかる大きな張り出し部分は、腕時計の3時の方向には存在しない。従って、横長の時計ケース107を用いたわりには、ランナーが手首を曲げることができ、ランナーが転んでも手の甲を時計ケース107にぶつけることがない。

【0034】また、時計ケース107の内部には、電池118に対して9時の方向に、ブザーとして用いる偏平な圧電素子120が配置されている。ここで、電池118は圧電素子120に比較して重く、装置本体100の重心位置は3時の方向に偏った位置にある。しかるに、重心が偏っている側にリストバンド103が接続されていることから、装置本体100を安定した状態で腕に装着することができる。さらに、電池118と圧電素子120とを面方向に配置してあるため、装置本体100を薄型化でき、腕時計の裏面部に電池蓋を設けることによって、ランナーが電池118を容易に交換することができる。

【0035】なお、図1と図3乃至図4との対応であるが、図4の制御部109が、図1のCPU1、ROM2、RAM3、センサインターフェース6、表示制御回路8、時計回路9に相当する。また、図3のセンサユニット102が図1の脈波検出部4に相当し、図3乃至図4の液晶表示装置108が図1の表示装置7に相当する。さらに、図3乃至図4のボタンスイッチ111～117が、図1の操作部10に相当する。また、この態様においては、脈波をランナーの手の指の根元で測定することとした。しかし、脈波の測定部位はこれに限られるものではなく、例えば、橈骨動脈部あるいはその周辺部において脈波の測定を行うようにしても良い。

【0036】次に、上記構成によるトレーニング支援装置の動作を説明する。以下の説明では、周回速度上昇式のトレーニングを想定している。すなわち、ランナーは、予め定められた距離のコースを周回してトレーニングを行うものとし、さらに、周回を重ねるにつれて徐々に周回速度を上げてゆくものとする。また、説明を簡単にするため、コースの一周は1キロメートルであるとする。

【0037】まず、トレーニングを開始するにあたって、ランナーは腕時計のボタンスイッチ117を押下して、トレーニング支援装置を起動させる。このボタン押下を、CPU1は、操作部10を介して認識し、RAM3上に設けられた作業領域のクリア、液晶表示装置108上の画面消去などの初期化処理を実行して、以後の計測に備える。

【0038】次に、ランナーは、腕時計のボタンスイッチ116を押下して、初めは比較的緩い速度(例えば、270秒/km)を目標に走行を始める。このボタン押

下により、CPU1は、一周目の周回の所要時間を計測するため、時計回路9から時刻を読み取り、周回の開始時刻としてRAM3へ記憶する。次いで、CPU1は、センサインターフェース6を介して、脈波検出部4の検出脈波波形を所定時間だけ読み取り、これらの波形をもとに脈拍数を算出して、算出結果をRAM3へ記憶する。トレーニング中、CPU1は、この脈拍数算出処理を継続的に行い、計測した脈拍数を順次RAM3へ蓄積してゆく。

【0039】その後、ランナーが最初の周回を終えると、当該ランナーは再びボタンスイッチ116を押下する。このボタン押下により、CPU1は一周目の周回が終わったものと判断し、時計回路9からボタンが押された時点の時刻を読み取ってRAM3へ記憶する。この時刻は、一周目の周回の終了時刻であるとともに、二周目の周回の開始時刻でもある。

【0040】次に、CPU1は一周目の周回の開始時刻と終了時刻の差を求めて、当該周回におけるランナーの周回ラップとする。なお、ここでは、周回ラップを採用しているが、走行速度を算出するようにしても良い。その際は、コースの一周の距離を参照して走行速度を算出することとなる。そして、この一周の距離は、万歩計などを装着して当該コースを歩いて予め計測しておき、ボタンスイッチ112、115～117を用いて本装置へ設定しておくようにすれば良い。

【0041】また、CPU1は、一周目の周回において計測した脈拍数をすべてRAM3から読み出して、これら脈拍数の中から最大脈拍数（例えば、100拍/分とする）を選定する。そして、上記の周回ラップと最大脈拍数とをRAM3へ記憶すると共に、これらのデータを表示装置7上の座標値に変換して表示制御回路8へ送出する。これにより、最初の周回の測定点が、表示装置7（液晶表示装置108のドット表示領域108-D）に表示されたグラフへプロットされる。このプロットの様子は図5に示してあり、同図における点P1が一周目の測定点に相当する。

【0042】次いで、ランナーは最初の周回よりも少し周回ラップを上げて（例えば、260秒/km）、2周目の周回の走行を行う。CPU1は、最初の周回と同様の手順に従って、脈拍数の測定を行うと共に、2周目の周回の走行所要時間を算出する。そして、当該周回の測定点を、図5の点P2としてグラフ上にプロットする。このようにして、ランナーは周回を重ねるにつれて徐々に周回ラップをあげてトレーニングを行い、これに伴い、CPU1は各周回における最大脈拍数と周回ラップを順にグラフへプロットしてゆく（図5の点P3、P4、P5、...を参照）。

【0043】さらに、CPU1は、3周目以降の周回において次に述べる処理を行う。ここでは、一例として9周目の周回の終了時点における処理について説明する

が、その他の周回における処理も全く同じである。前述したように、CPU1は各周回における最大脈拍数と周回ラップをRAM3に記憶させてある。そこで、CPU1は、1周目～8周目の周回で測定した最大脈拍数と周回ラップをRAM3から読み出し、これらのデータに周知の「最小2乗法」を適用する。すなわち、各測定点において、脈拍数と周回ラップのそれぞれの残差平方和が最小となるようにして、これらの測定点に最も適合する脈拍数-対-周回ラップの直線を決定する。

【0044】次いで、9周目の周回における測定点P9について、求めた直線からの偏差を算出する。そして、この偏差が所定値を越えていれば、直前の測定点（ここでは、点P8）を変異点HRtpと判定する。そして、当該プロットを●印から□印へ変更して、この測定点を変異点HRtpであることを明示する。このようにして、ランナーは、その日の変異点HRtpを目視により確認することができる。その後、ランナーは、液晶表示装置108のドット表示領域108-D上のグラフを見ながら周回を続け、脈拍数の増加が頭打ちになったことが明らかになった時点で、トレーニングを終了させる。

【0045】ところで、以上のようにして得た変異点HRtpは、各ランナーに固有のものではあるが、測定日におけるランナーの体調を考慮すると、必ずしも平常時のものとは限らない。そこで、上述した変異点HRtpの測定を、何日かに亘って実施し、それらの平均をとるなどして、平常時における変異点HRtpを決定するようにする。このようにして得られた変異点HRtpは、以後のトレーニングにおいて、トレーニングの目標値として活用することができる。そこで、以下に、目標値の設定を行った場合における本装置の動作を説明する。

【0046】まず、トレーニングの開始前に、ランナーはボタンスイッチ112を操作して設定値の修正モードとし、ボタンスイッチ115により「変異点HRtpの目標値の設定」を選択する。そして、ボタンスイッチ116と117を操作して、変異点HRtpの目標値として、上述したようにして得られた値に調整する。これにより、CPU1は入力された目標値をRAM3へ記憶する。さらに、CPU1は、図5のグラフの該当位置へ目標値（例えば、同図における■印）をプロットして、ランナーが変異点HRtpの目標値を視覚的に認識できるようにする。

【0047】これにより、ランナーは、表示された変異点HRtpの目標値のプロットを参考にして、どの程度の周回数をこなして変異点HRtpまで引き上げてゆくか、そのためには、どの位のペースで周回ラップを上げてゆけば良いか、といった計画を立てることができる。例えば、体調が万全であると感じていれば、少ない周回数で目標値まで到達するように計画することもできるし、さもないければ、普段よりも周回数を多くして目標値まで持ってゆくようにすることもできる。

BEST AVAILABLE COPY



【0048】次いで、ランナーが腕時計のボタンスイッチ117を押下してトレーニング支援装置を起動させ、各周回毎にボタンスイッチ116を押しながらトレーニングを実施する。そうすると、上述の説明と同様の手順に従って、各周回毎にグラフ上へのプロットがなされて、周回が終了するたびに、変異点HRtpに達したか否かの判別がなされる。そして、変異点HRtp（図5の□印、点PS）が検出された時点で、CPU1は、トレーニング開始前に設定した目標値（図5の■印）に関する脈拍数、周回ラップをRAM3から読み出し、いま求めた変異点HRtpに関する脈拍数、周回ラップとの比較を行う。

【0049】その結果、脈拍数或いは周回ラップの差のいずれか（或いは、両方でも良い）が所定範囲を越えている場合、CPU1は、この旨を表示装置7にメッセージを表示させてランナーに警告を行う。たとえば、図5の場合で言うと、明らかに□印は■印を下回っており、体調が悪いことを示している。なお、CPU1は、測定した変異点HRtpのプロット（図5の□印）を点滅させるなどして、警告するようにしても良い。

【0050】以上のように、変異点HRtpの目標値を設定しておけば、本装置は、その日のランナーの体調を判別してランナーへ警告を発することができ、体調の異常を早期に発見することが可能となる。また、上述したように、激しいトレーニングをこなしてゆけば変異点HRtpは増加してゆくことから、変異点HRtpが上昇してゆくことがわかれば、ランナーは、トレーニングが奏功していることを客観的に把握することができる。

【0051】なお、上記実施形態では、変異点HRtpそのものを目標値として設定することとしたが、通常のトレーニングにおいては、より効果を上げるために、変異点HRtpよりも少し上のレベルの値をトレーニングの目標値として設定することが多い。従って、変異点HRtpよりも少し上の値を目標値に設定して、この値を表示させるようにしても良い。さらに、各ランナーの体調（即ち、そのときの変異点HRtpの測定結果）に応じて目標値を変化させ、該目標値をランナーに告知するようにしても良い。

【0052】また、上記実施形態では、各周回における測定点をプロットするにあたり、周回内の最大脈拍数を使用した。これに限定されるものではなく、例えば、計測した脈拍数の平均値を用いるなどしても良い。また、周回ラップと脈拍数を表わす点をグラフ上にプロットする際に、各プロットの周回ラップと脈拍数の値を表示しても良く、また、変異点HRtp或いは目標値の脈拍数と周回ラップの表示を行うようにしても良い。

【0053】また、ランナーへの警告を表示装置7を使用して行うものとしたが、腕時計に内蔵された既存のアラーム機能を流用するなどして、音により警告を行うようにしても良い。また、携帯機器として腕時計を例にと

ったが、これに限られるものではなく、その他の携帯機器に組み込むようにしても何ら問題ない。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、ランナーの脈波を検出して、トレーニングの各周回について脈拍数を決定すると共に、携帯者の周回指示に基づいて周回毎に周回ラップを算出し、これら脈拍数と周回ラップの関係を携帯者へ告知するようにしたので、携帯者は、周回上昇式のトレーニングを行うにあたり、各周回における周回ラップが期待通りに達成されているか、脈拍数は適正であるかを的確に把握することができるという効果が得られる。

【0055】また、請求項2記載の発明によれば、各周回の終了時点で、直前の周回までの脈拍数と周回ラップの測定値から当該周回における脈拍数と周回ラップを予測し、この予測値と当該周回における実測値との偏差が所定値を越えたことを検出して、脈拍数と周回ラップの関係が変化する変異点を携帯者へ告知するようにしたので、携帯者は、トレーニングを行う上での重要な指標である変異点HRtpを簡単に知ることができるという効果が得られる。

【0056】また、請求項3記載の発明によれば、直前の周回までの脈拍数と周回ラップに最小2乗法を適用して、当該周回における脈拍数と周回ラップの予測値を算出するようにしたので、得られる予測値は、当該周回における脈拍数と周回ラップの非常に良い推定量となりうるという効果が得られる。

【0057】また、請求項4記載の発明によれば、予め設定された変異点の目標値と実測値とを比較して、これらの間の差が所定値を越えていれば携帯者へ警告を行うようにしたので、携帯者の体調が普段の状態から変化していることが判明した場合に、この変化を速やかに携帯者へ知らせ、注意を喚起することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態によるトレーニング支援装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 周回ラップと脈拍数との関係を表わしたグラフであり、(a)はジョガー、(b)はレーサーのグラフである。

【図3】 同実施形態による腕時計の外観を表わした斜視図である。

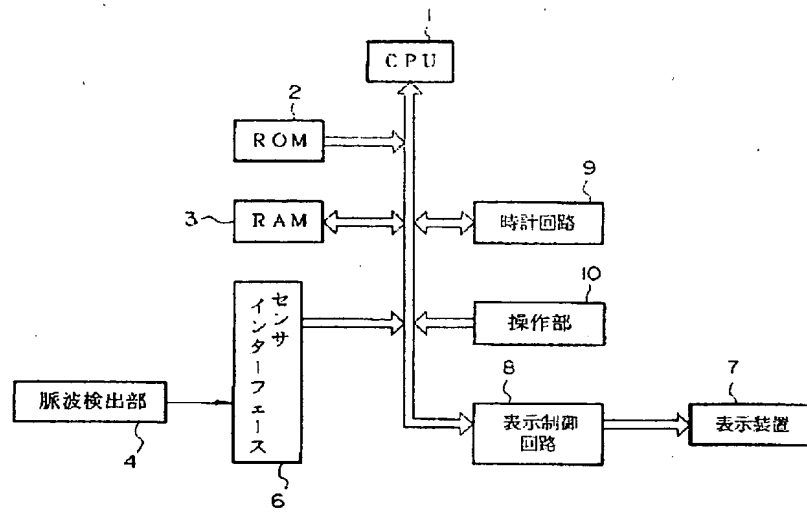
【図4】 同実施形態による腕時計の構造をより詳細に表わした平面図である。

【図5】 同実施形態による液晶表示装置108のドット表示領域108-D上の表示例を表わす図である。

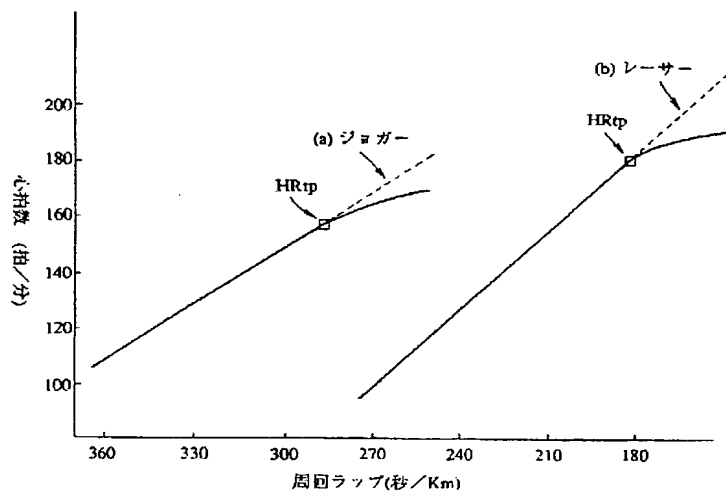
【符号の説明】

1…CPU、3…RAM、4…脈波検出部、6…センサインターフェース、7…表示装置、8…表示制御回路、10…操作部

【図1】

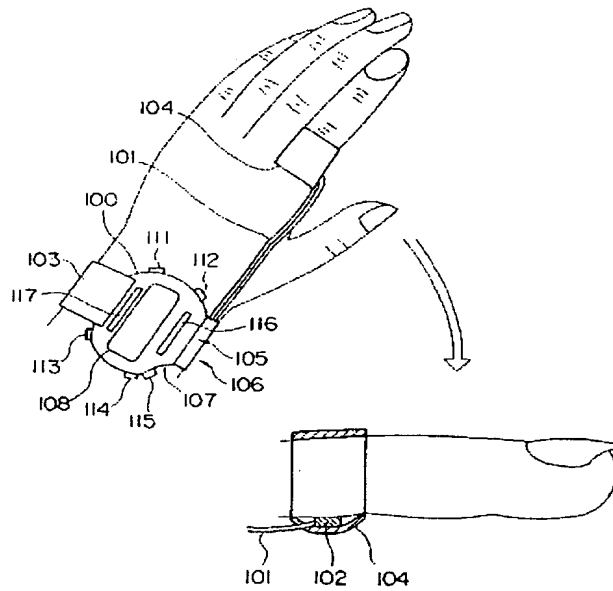


【図2】

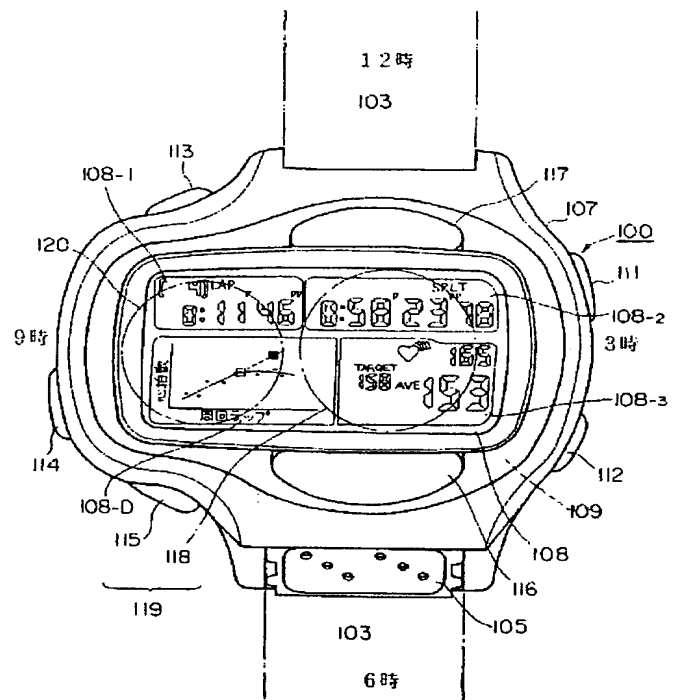


BEST AVAILABLE COPY

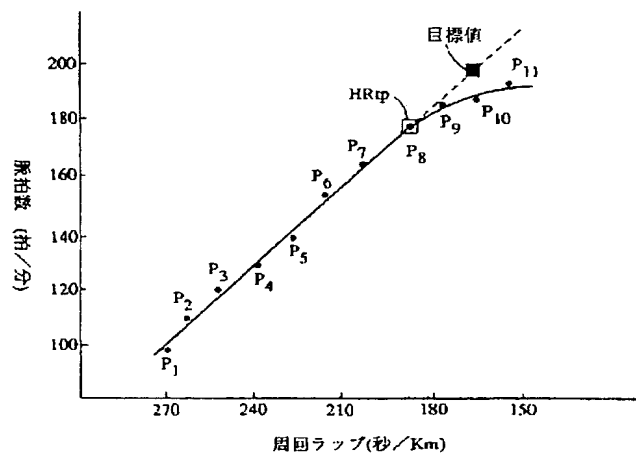
【図3】



【図4】



【図5】



BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**